

===== EPODOC =====

- TI - Test system for vibrational fatigue with non-zero average load
- AB - The present invention relates to the production of a device and a method allowing the fatigue study of materials used by the industry of gas turbines or the space industry. The device includes a hydraulic jack 14 which makes it possible to exert either a constant tension or a set cyclic tension, two ultrasonic resonators 3 and 8 slaved to frequencies lying between 10 and 100 kHz, two displacement amplifiers 50 and 51, consisting of a cylindrical part extended by a part having a chain profile, an original static force transmission system, consisting of a steel frame 4 called the stirrup piece and an optical device 7 intended to measure the vibrational amplitude.

This machine makes it possible simultaneously to apply, to a test piece 6, a constant or slowly varying tensile force and longitudinal and/or transverse vibrational fatigue forces of adjustable amplitude.

<IMAGE>

- PN - FR2680003 A 19930205
- AP - FR19910009906 19910802
- PR - FR19910009906 19910802
- PA - BATHIAS CLAUDE (FR); BILLMANN ANDRE (FR); WU TIEYING (FR)
- IN - CLAUDE BATHIAS; ANDRE BILLMANN; TIEYING WU
- EC - G01N3/38B
- ICO - S01N3/00A1 ; S01N3/00A2 ; S01N3/00A2B ; S01N3/00F1 ; S01N3/00F3 ; S01N3/00G3 ; S01N3/00G3B ; S01N3/06E ; S01N3/06P2A
- CT - AT354146 A [Y]; US1652525 A [A]; FR2411402 A [A];
- SU1077652 A [A]
- CTNP - [Y] SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section EI, Week D48, 13 Janvier 1982 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class S, AN M3619D48;
- [A] SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section PQ, Week 8444, Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P4, AN 84-27477644! & SU-A-1 077 652 (AS UKR STRENGTH PROBLEMS) 7 Mars 1984;
- [A] ULTRASONICS. vol. 13, no. 1, Janvier 1975, GUILDFORD GB pages 21 - 30; V.A.KUZ'MENKO: 'FATIGUE STRENGTH OF STRUCTURAL MATERIALS AT SONIC AND ULTRASONIC LOADING FREQUENCIES'
- DT - *

===== WPI =====

- TI - Materials testing appts. for fatigue testing of samples - comprises systems for applying and measuring static or cyclic load with longitudinal and transverse ultrasonic vibrations
- AB - FR2680003 The test appts. comprises a hydraulic cylinder (14) connected to a sample (6) through a mounting stirrup (4) allowing static loading of the sample (6). Two ultrasonic resonators (3,8) are arranged to apply ultrasonic vibrations in longitudinal and transverse modes. Transducers (50,51) allow monitoring of longitudinal displacement. An optical system (7) allows measurement of the amplitude of vibration.
- A dynamometer (2) measures and controls the traction forces of the cylinder. The appts. can be enclosed in an environmentally controlled chamber to allow testing across a large range of temperatures.
- USE/ADVANTAGE - For fatigue effects under variety of combinations of static or cyclic loading with additional ultrasonic vibration.
- (Dwg.1/6)
- PN - FR2680003 A1 19930205 DW199314 G01N3/08 015pp
- PR - FR19910009906 19910802
- PA - (BATH-I) BATHIAS C
- (BILL-I) BILLMANN A
- (WUTT-I) WU T
- IN - BATHIAS C; BILLMANN A; WU T
- MC - S03-F02C S03-F02E
- DC - S03
- IC - G01N3/08 ; G01N3/32
- AN - 1993-111499 [14]

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 680 003

②1 N° d'enregistrement national :

91 09906

⑤1 Int Cl⁵ : G 01 N 3/08, 3/32

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.08.91.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : BATHIAS Claude — FR, BILLMANN
André — FR et WU TIEYING — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Bathias Claude, Billmann André et Wu
Tieying.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 05.02.93 Bulletin 93/05.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

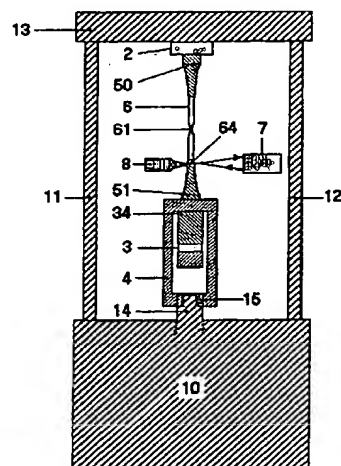
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire :

⑤4 Système d'essai pour fatigue vibratoire à charge moyenne non nulle.

⑤7 La présente invention est relative à la réalisation d'un dispositif et d'un procédé permettant l'étude, en fatigue, de matériaux utilisés par l'industrie des turbines à gaz ou l'industrie spatiale. Le dispositif comporte un vérin hydraulique 14 qui permet d'exercer soit une traction constante, soit une traction cyclique imposée, deux résonateurs ultrasonores 3 et 8 asservis sur des fréquences comprises entre 10 et 100 kHz, deux amplificateurs de déplacement 50 et 51, constitués d'une partie cylindrique prolongée par une partie ayant un profil de chaînette, un système original de transmission des effets statiques, constitué d'un cadre en acier 4 appelé "étrier" et un dispositif optique 7 destiné à mesurer l'amplitude vibratoire.

Cette machine permet d'appliquer simultanément, à une éprouvette 6, un effort de traction constant ou variant lentement et des efforts de fatigue vibratoire longitudinale et/ou transversale d'amplitude ajustable.



FR 2 680 003 - A1



**SYSTEME D'ESSAI POUR FATIGUE VIBRATOIRE
A CHARGE MOYENNE NON NULLE**

La présente invention est relative à la réalisation d'un dispositif et d'un procédé de mise en oeuvre destinés à étudier la fatigue vibratoire des matériaux, à des fréquences supérieures au kilohertz, sous une charge moyenne non nulle.

Depuis longtemps on a cherché à caractériser les propriétés mécaniques des matériaux, notamment leur résistance à la traction et leur charge de rupture.

Plus récemment on a reconnu l'importance en fatigue, de l'action d'efforts cycliques lents associés à des vibrations.

Ainsi est-il intéressant d'étudier la fatigue vibratoire pour une charge moyenne non nulle ou bien de superposer un endommagement de fatigue vibratoire à un endommagement de fatigue lente.

Actuellement, on utilise:

- soit des machines superposant une charge constante et une fatigue vibratoire de faible fréquence, inférieure à 100 hertz,
- soit des machines vibratoires de fréquence ultrasonore, de l'ordre de 20 kHz, mais à charge moyenne nulle: l'une des extrémités de l'éprouvette est fixée à une sonotrode, tandis que l'autre extrémité vibre librement.

Dans le premier cas il faut 110 jours pour effectuer 10^8 cycles de fatigue alors que dans le second cas il suffit de 3 heures. Les essais sont plus rapides et parfois plus proches des conditions réelles mais malheureusement la charge moyenne est nulle.

Afin de répondre aux exigences posées par l'industrie des turbines à gaz et par l'industrie spatiale, nous avons conçu, calculé et construit un nouveau dispositif qui permet, de soumettre des éprouvettes à:

- une traction constante, ajustable entre 0 et 100 kN,
- une contrainte vibratoire, dans une gamme de fréquences comprises entre 10 et 100 kHz, produite par des ondes de déplacement longitudinal et/ou des ondes de déplacement transversal,
- des températures comprises entre -160 et +1000 degrés celsius.

Le dispositif, qui fait l'objet de l'invention, comporte quatre parties:

- une machine de traction qui permet d'exercer soit une traction constante, soit une traction cyclique imposée,
- un premier résonateur ultrasonore, asservi sur une fréquence comprise entre 10 et 100 kHz, qui engendre des vibrations de déplacement longitudinal,
- deux amplificateurs de déplacement constitués d'une partie cylindrique prolongée par une section ayant un profil de chaînette, entre lesquels est placée l'éprouvette à étudier,
- un système de transmission des effets statiques, appelé "étrier", qui se présente sous la forme d'un cadre en acier et permet d'appliquer à l'éprouvette un effort de traction sans gêner le fonctionnement du résonateur produisant les vibrations.

Les trois premières parties sont connues et/ou commercialisées. C'est leur association qui, avec l'"étrier", constitue l'essentiel de l'invention. Les dimensions des différentes parties entrant en vibration ont été déterminées par un calcul original.

Une détection optique par fibre optique et/ou faisceau laser permet de mesurer l'amplitude des vibrations à l'une des extrémités de l'éprouvette coïncidant avec un ventre de déplacement.

Un second résonateur, également asservi en fréquence, peut éventuellement être utilisé, dans la même structure ou dans une variante, pour soumettre l'éprou-

vette à l'action simultanée ou séparée de vibrations de déplacement transversal. Alors un ou deux barreaux cylindriques de longueur appropriées sont éventuellement ajoutés à la structure vibrante.

5 L'éprouvette peut également être placée sous atmosphère contrôlée, dans une enceinte cryogénique ou un four à induction.

L'invention sera mieux comprise en se référant aux figures 1 à 6.

10 La figure 1 représente une vue d'ensemble et le principe du dispositif. L'enceinte cryogénique (ou le four à induction), qui entoure l'éprouvette, n'a pas été représenté.)

15 La figure 2 représente, à l'intérieur de l'étrier, le résonateur qui engendre les vibrations de déplacement longitudinal.

20 La figure 3 représente l'éprouvette du matériau étudié, fixée par vissage entre les deux amplificateurs de déplacement et soumise à l'effort de traction transmis par le vérin hydraulique au moyen de l'étrier.

La figure 4 représente un exemple de montage permettant de soumettre l'éprouvette à l'action de vibrations transversales à l'aide d'un second résonateur piézoélectrique.

25 La figure 5 représente la répartition du déplacement et de la contrainte vibratoires, le long du système, sous l'action de vibrations longitudinales, tandis que la figure 6 montre cette répartition dans le cas de vibrations transversales.

30 La machine de traction est constitué de deux parties:

- un socle 10 qui contient l'ensemble des mécanismes de pression et notamment

- . les cylindres produisant le déplacement simultané et

35 équilibré des pistons 11 et 12,

- . un vérin hydraulique 14 portant le filetage 15 sur lequel se visse l'étrier 4,
- un cadre constitué
 - . par la poutre métallique 13 qui porte un capteur dynamométrique 2,
 - . les deux pistons 11 et 12, solidaires de la poutre 13, et qui la font mouvoir en la rapprochant ou en l'éloignant du socle 10.

Le capteur dynamométrique 2 permet de mesurer les efforts de traction monotones ou cycliques.

L'éprouvette 6 possède, dans sa partie centrale, un amincissement 61 ayant un profil de chaînette, au milieu duquel une encoche 62 permet d'amorcer la fissuration de rupture. Elle est fixée par vissage aux extrémités respectives 54 et 55 des amplificateurs de vibration, supérieur 50 et inférieur 51.

Les amplificateurs ont pour but d'augmenter l'amplitude des vibrations de déplacement et sont constitués d'une partie cylindrique 52 et d'une partie 53 à profil de chaînette. En outre l'amplificateur de vibrations supérieur 50 possède un filetage 56 qui permet de le fixer au dynamomètre 2. De plus l'amplificateur de déplacement inférieur 51 et la masse 32 du résonateur sont tournés dans la même pièce afin d'éviter toute atténuation des vibrations.

L'étrier 4 est percé, à sa partie supérieure, d'un trou, 41 au travers duquel passe la partie cylindrique 52 de l'amplificateur de vibration inférieur 51 et sur le bord duquel s'appuie l'épaulement 34 du résonateur 3; il possède, à sa partie inférieure, un trou fileté qui permet de le visser sur le pas de vis 15.

Lorsque le vérin 14 tire l'étrier 4 vers le bas, ce dernier transmet l'effort de traction à l'éprouvette 6 par l'intermédiaire de l'épaulement 34 et de l'amplificateur de déplacement inférieur 51. Cet effort de traction est transmis, par l'intermédiaire de l'amplifica-

teur de déplacement supérieur 51, au dynamomètre 2 fixé à la poutre 13.

5 Dans la version préférentielle, le résonateur est constitué des céramiques piézoélectriques 33, comprimées entre les masses 31 et 32.

Les vibrations de déplacement longitudinal produites par le résonateur 3, passent de la masse 32 à l'amplificateur de déplacement 51 qui les amplifie et les transmet à l'éprouvette 6.

10 L'ensemble du dispositif est calculé pour que le milieu de l'éprouvette, au niveau de l'encoche 62, soit un noeud de déplacement (ventre de contrainte) et que les extrémités 63 et 64 soient des ventres de déplacement longitudinal (noeuds de contrainte).

15 Le dispositif optique 7 a pour but de mesurer l'amplitude des déplacements au niveau de l'extrémité 64 de l'éprouvette 6; cette mesure permet de caractériser la fatigue vibratoire.

20 Dans un autre type de montage, l'éprouvette 6 est soumise à l'action simultanée ou séparée:

- des vibrations de déplacement longitudinal produites par le résonateur 3,
- des vibrations de déplacement transversal engendrées par un second résonateur 8 agissant sur une barre 9.

25 La barre 9 et les amplificateurs 50 et 51 sont alors calculés de façon que, pour un effort de traction déterminé:

- dans le cas des vibrations longitudinales, les extrémités 63 et 64 de l'éprouvette 6 soient toujours des ventres de déplacement, et que son milieu, au niveau de l'encoche 62, reste un ventre de contrainte,
- 30 - dans le cas des vibrations transversales, les extrémités 63 et 64 de l'éprouvette 6 soient des noeuds de déplacement, et que son milieu, au niveau de l'encoche 62 devienne un ventre de contrainte.

Ainsi l'invention permet l'étude de matériaux utilisés par l'industrie des turbines à gaz ou l'industrie spatiale, par un endommagement dû au cumul de fatigue lente et de fatigue vibratoire.

REVENDECATIONS

1. Dispositif permettant l'étude de matériaux, en fatigue, caractérisé en ce qu'il comporte:
- une machine de traction constituée d'un socle 10, de deux pistons 11 et 12 reliés à une poutre 13, équipée d'un vérin hydraulique 14, permettant d'exercer soit une traction constante, soit une traction cyclique imposée, et d'un dynamomètre 2 permettant de mesurer et de contrôler ces efforts,
 - un résonateur 3 ultrasonore, asservi sur une fréquence comprise entre 10 et 100 kHz, destiné à engendrer des vibrations,
 - deux amplificateurs de déplacement vibrationnel, 50 et 51 constitués d'une partie cylindrique 52 prolongée par une partie 53 ayant un profil de chaînette,
 - un système original de transmission des effets statiques, constitué d'un cadre en acier 4 appelé "étrier",
 - un dispositif optique 7 destiné à mesurer l'amplitude des vibrations à l'extrémité 64 de l'éprouvette 6,
- l'ensemble du dispositif permettant d'appliquer simultanément à l'éprouvette 6:
- un effort de traction constant ou variant lentement selon des cycles programmés,
 - . engendré par le vérin hydraulique,
 - . mesuré et asservi au moyen du dynamomètre 2,
 - . transmis à l'éprouvette 6 par l'intermédiaire des amplificateurs de déplacement 50 et 51 ainsi que de l'étrier 4 associé à l'épaulement 34,
 - un effort de fatigue vibratoire d'amplitude réglable, engendré par le résonateur 3 asservi sur une fréquence comprise entre 10 et 100 kilohertz et induisant, dans l'éprouvette 6, des vibrations de déplacement,
 - la combinaison des efforts de fatigue lente et de fatigue vibratoire.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte deux amplificateurs de déplacement 50 et 51, constitués d'une partie cylindrique 52 et d'une partie 53 ayant un profil de chaînette, destinés à accroître l'amplitude des vibrations longitudinales dans l'éprouvette 6.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un appareillage optique 7 destiné à mesurer l'amplitude des vibrations longitudinales au niveau de l'extrémité 64 de l'éprouvette 6.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est équipé d'une enceinte destinée à maintenir l'éprouvette sous une atmosphère contrôlée, à une température imposée entre -160 et 1000 degrés celsius.

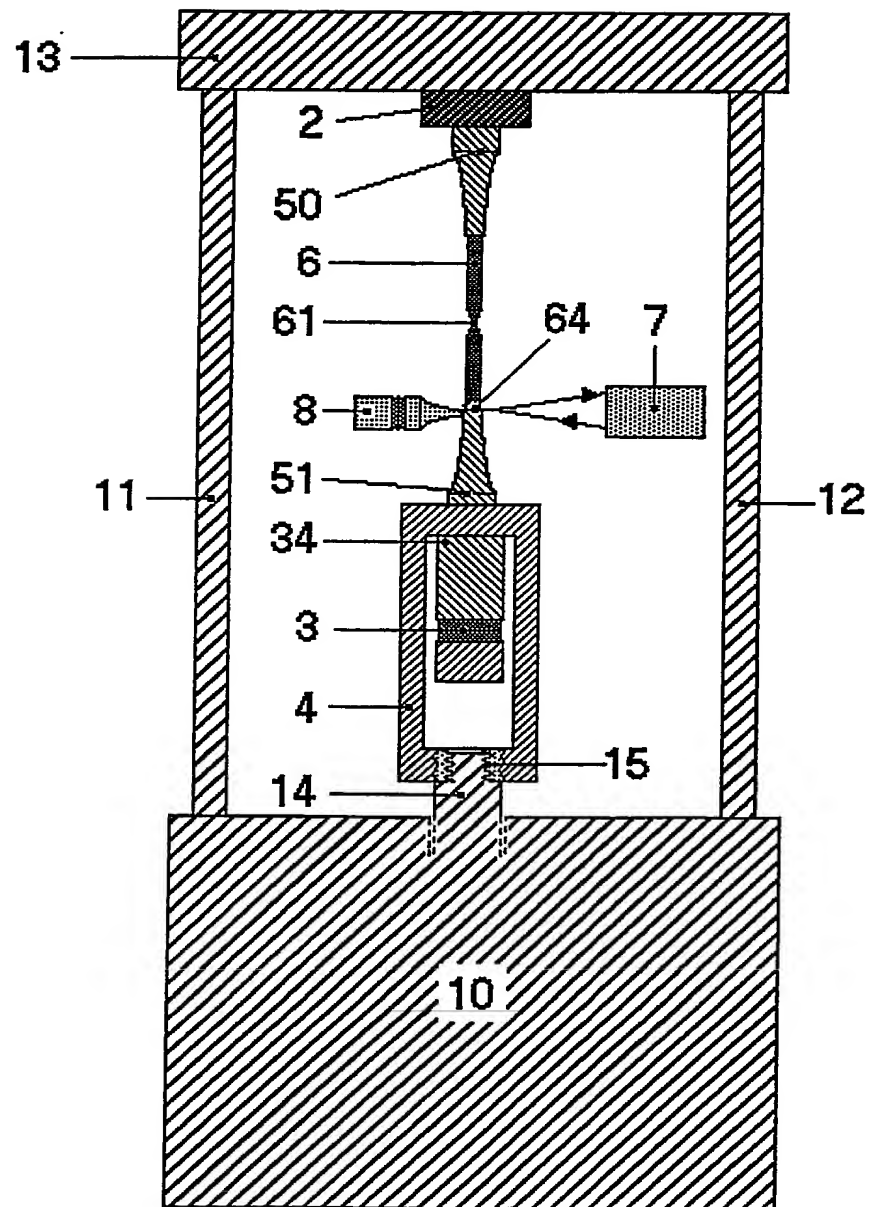
5. Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le résonateur 8, asservi sur une fréquence convenable, engendre, dans l'éprouvette 6, des vibrations de déplacement transversal agissant seules ou simultanément avec les vibrations de déplacement longitudinal engendrées par le résonateur 3.

6. Procédé, pour mise en oeuvre du dispositif selon l'ensemble des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à étudier un échantillon d'un matériau, dénommé éprouvette, en lui appliquant simultanément ou séparément les actions suivantes:

- un effort de fatigue lente consistant en un effort de traction constant ou cyclique,
- un effort de fatigue vibratoire consistant en des vibrations de déplacement longitudinal et/ou des vibrations de déplacement transversal,
- un chauffage à une température allant jusqu'à 1000 degrés Celsius ou un refroidissement à une température allant jusqu'à -100 degrés Celsius,
- l'action d'une atmosphère contrôlée.

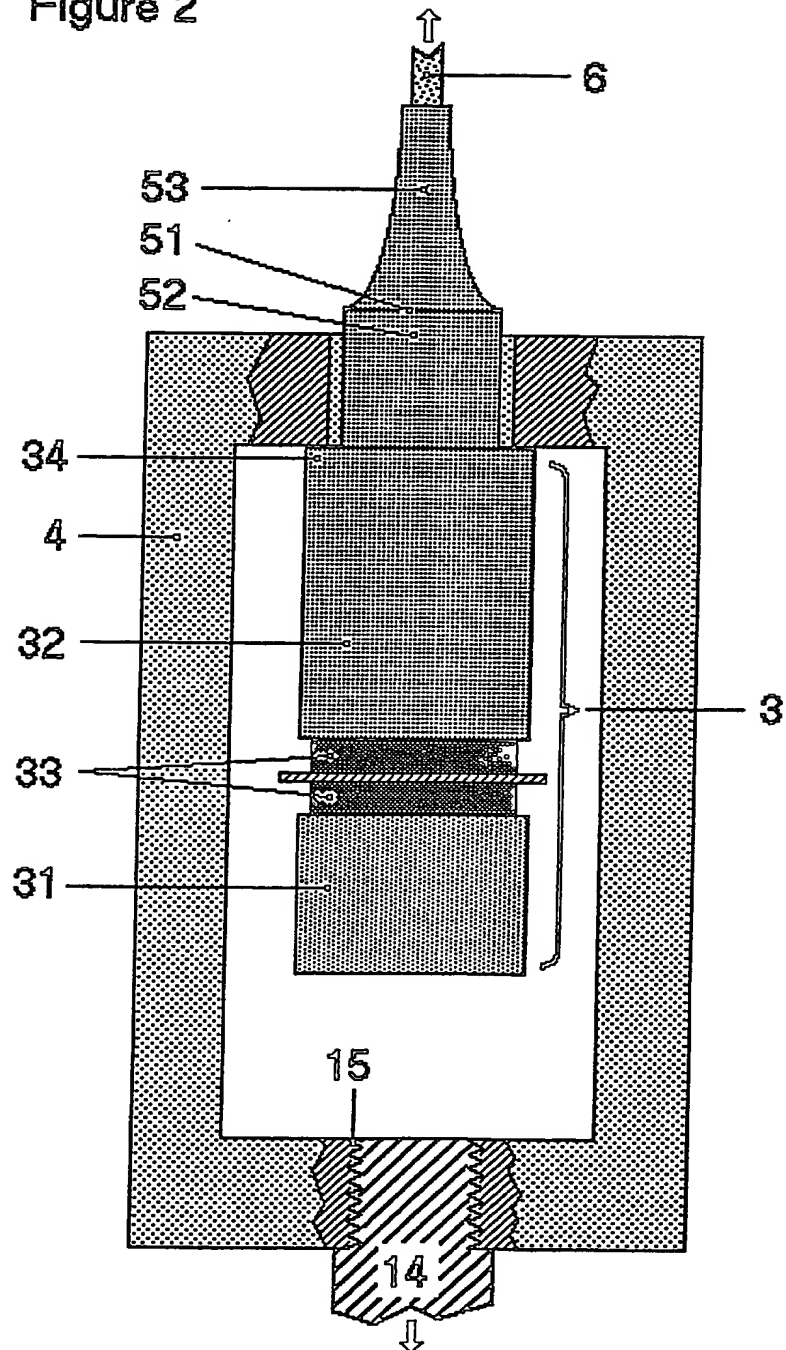
1/5

Figure 1

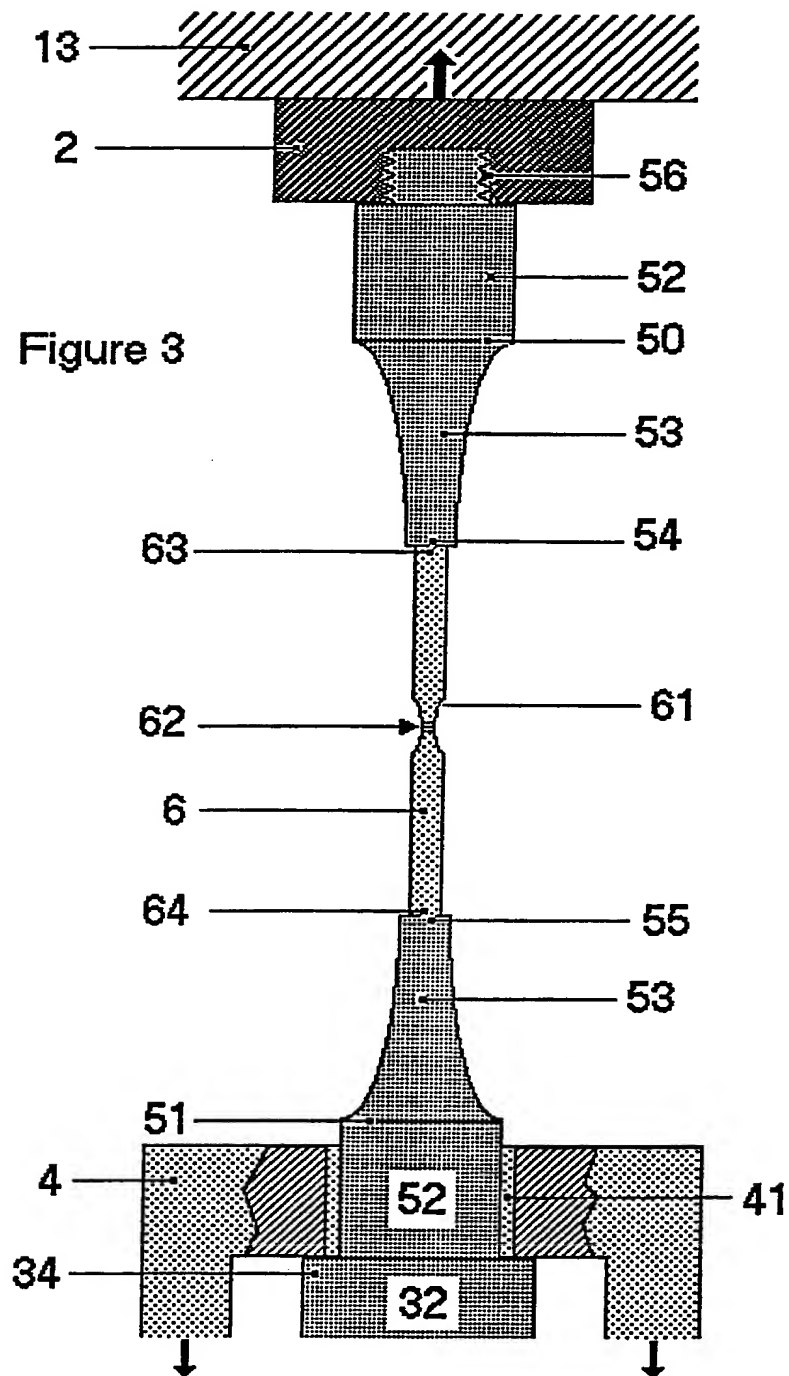


2/5

Figure 2

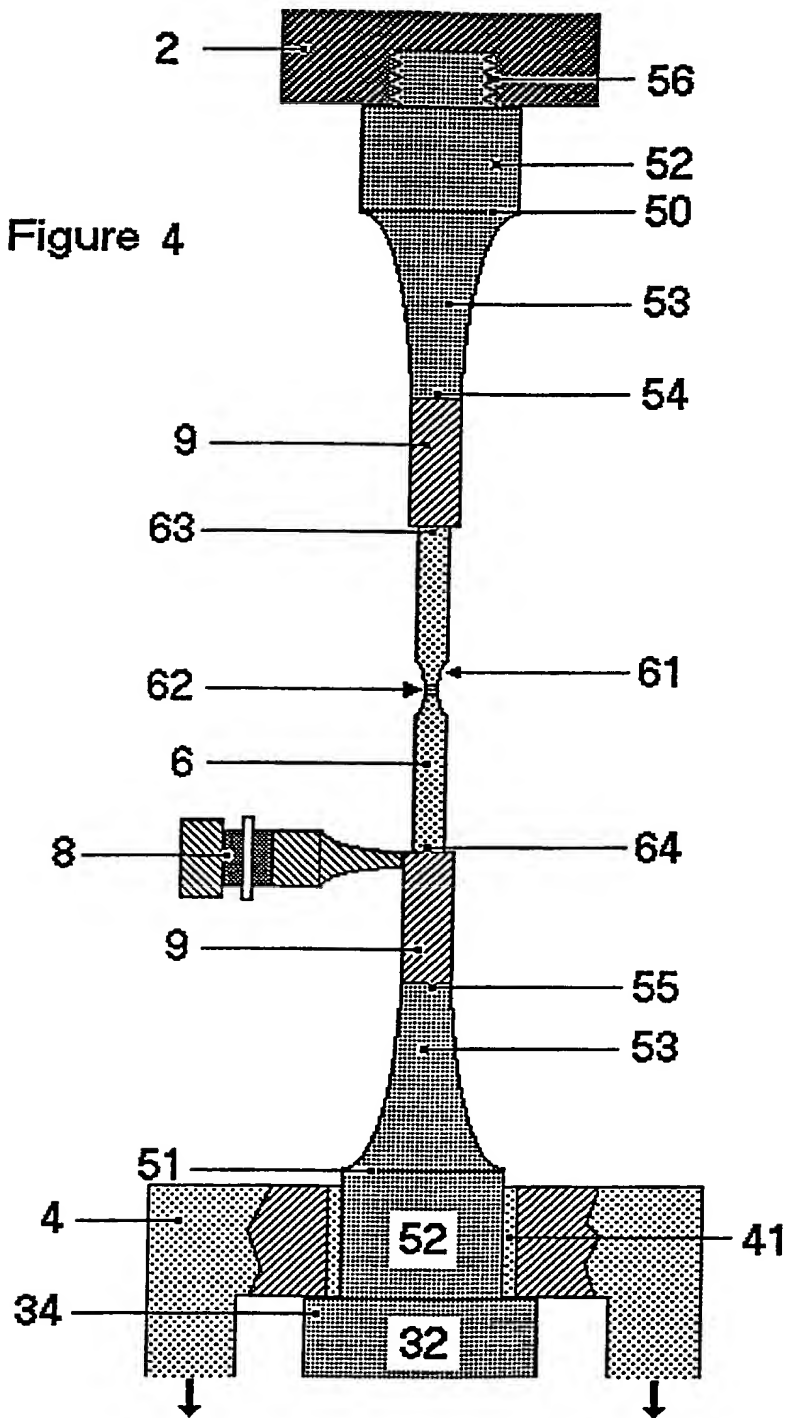


3/5



4/5

Figure 4



5/5

Figure 5

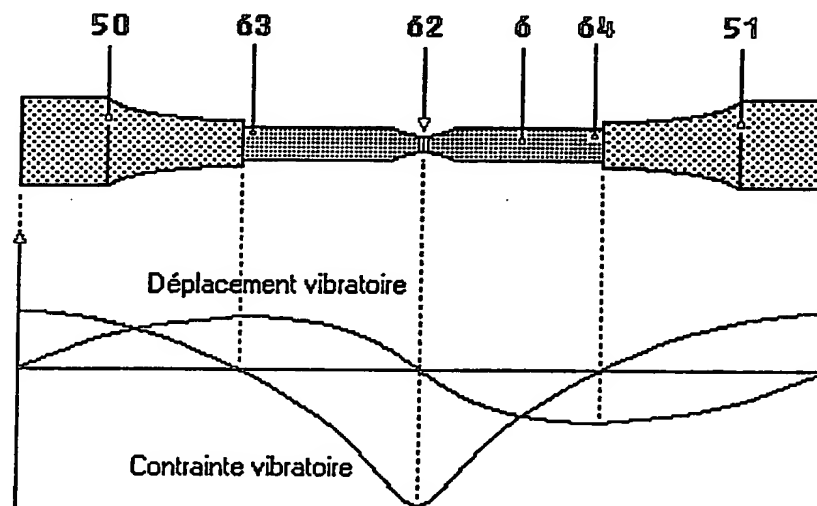
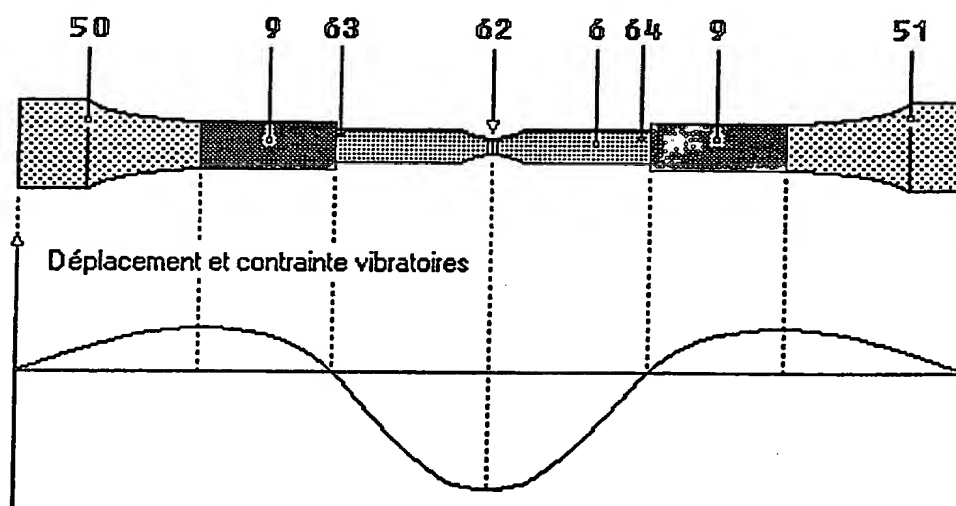


Figure 6



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9109906
FA 461469

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section EI, Week D48, 13 Janvier 1982 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class S, AN M3619D48 & SU-807 129 (KAUN POLY) 23 Février 1981 * abrégé *	1
Y	AT-A-354 146 (KROMP ET AL.) * page 2, ligne 24 - page 3, ligne 18; figures *	1
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section PQ, Week 8444, Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P4, AN 84-274776C441 & SU-A-1 077 652 (AS UKR STRENGTH PROBLEMS) 7 Mars 1984 * abrégé *	1,2
A	ULTRASONICS, vol. 13, no. 1, Janvier 1975, GUILDFORD GB pages 21 - 30; V.A. KUZ'MENKO: 'FATIGUE STRENGTH OF STRUCTURAL MATERIALS AT SONIC AND ULTRASONIC LOADING FREQUENCIES' * page 21 " experimental equipment " * * abrégé; figures 1,7,18 * * page 26; figure 14 *	1,3-6
A	US-A-1 652 525 (HAHNEMAN) * le document en entier *	4
A	FR-A-2 411 402 (ARTS ET METIERS BORDEAUX) * le document en entier *	5
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
14 AVRIL 1992		HOCQUET A. P.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons Δ : membre de la même famille, document correspondant</p>		